

Я.І. Лепіх

Обробка поверхні п'єзокерамічних звукопроводів елементів на поверхневих акустичних хвилях

*Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, т/ф (0482)-23-34-61, E-mail: ndl_lepikh@mail.ru*

Описано технологічний процес механічної обробки робочої поверхні полікристалічних звукопроводів пристроїв на поверхневих акустичних хвилях з п'єзокераміки різних марок системи цирконат-титанат свинцю.

Приводяться дані режимів технологічних операцій та методи оцінки якості обробки поверхні звукопроводів.

Ключові слова: п'єзокераміка, підкладка, звукопровід, поверхня, шліфування, поверхневі акустичні хвилі.

Стаття поступила до редакції 12.02.2004; прийнята до друку 19.05.2004.

Одним з перспективних принципів побудови датчиків різного призначення, у тому числі датчиків тиску для АЕС, є застосування елементів на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) [1]. У класичній структурі такий елемент містить звукопровід з нанесеними на його поверхню зустрічно-штирьовими перетворювачами (ЗШП).

Відомо, що якість обробки робочої поверхні звукопроводів елементів на ПАХ істотно впливає на їхні характеристики. До робочої поверхні звукопровода, на який методами тонкоплівкової технології наносяться ЗШП, пред'являються досить жорсткі вимоги по чистоті її обробки (13-14 клас), відсутності подряпин і раковин (не більш $0,1\lambda$, де λ – довжина ПАХ на максимальній робочій частоті), а також відколів по краях підкладки (не більш 50 мкм) [2]. Технологія обробки монокристалічних звукопроводів, запозичена головним чином з інтегральної електроніки, добре відпрацьована [3]. У зв'язку з інтенсивним впровадженням в акустоелектроніку п'єзокераміки [1,2,4,5] актуальним стає розробка технології обробки її поверхні. Причому для п'єзокераміки основним методом обробки поверхні є механічний – шліфування і полірування. Інші методи, наприклад, хімічне травлення, не дають надійних результатів через різну хімічну активність окремих компонентів п'єзокераміки, яка представляє собою твердий розчин, наприклад, складу $Pb(Ti_{0,4}\div 0,5Zr_{0,5}\div 0,6)O_3$ – для системи цирконат-титанат свинцю (ЦТС). Така технологія має специфіку, обумовлену насамперед структурою матеріалу, його механічними, фізичними і хімічними властивостями. Позначається, зокрема,

зернистість, пористість, хімічна активність п'єзокераміки по відношенню до обробляючих матеріалів. Ці фактори обумовлюють вибір абразивних матеріалів і технологічних режимів операцій.

Описана в даній роботі технологія відпрацьована на п'єзокерамічних матеріалах системи ЦТС різних марок (ЦТС-40, ЦТС-42, ЦТССт-1, ЦТССт-5, ПКР-53 та ін.) і рекомендована для серійного виробництва пристроїв на ПАХ з п'єзокерамічними звукопроводами.

Питання різання підкладок, рифлення зворотної сторони звукопроводу, виготовлення скосів і виробництво інших специфічних для пристроїв на ПАХ операцій винесені за рамки даної статті.

Шліфування підкладок. Підкладки-звукопроводи з певними габаритними розмірами в межах партії, що поставляється, наприклад, 60x48x3,0 мм калібрують по товщині з точністю до 0,2 мм і визначають базову поверхню.

Планшайбу з алюмінієвого сплаву марки Д16 діаметром 180 мм нагрівають до температури плавлення матеріалу, що клеїть, ($\sim 90^\circ\text{C}$) і наносять на неї воскоканіфольну суміш (10...15% каніфоль, інше – віск бджолиний) товщиною 0,5-0,6 мм.

Потім на планшайбу встановлюють підкладки, злегка притискаючи їх вантажем через гумову прокладку (зусилля притиску – 2-4Н) і дають їй охолонути до температури навколишнього середовища (15...24°C).

На шпіндель шліфувально-полірувального верстата (наприклад типу 6ШП-100) встановлюють шліфувальник з латуні. На шліфувальник пензликом

наносять суспензію (мікропорошок з водою) зернистістю М28 рівномірно по всій площі. Потім зверху на шліфувальник встановлюють планшайбу з підкладками. Встановлюють на планшайбу повідець верстата (зусилля притиску – 80-100Н) і обробляють на верстаті зі швидкістю шпинделя 50-60 об/хв із періодом коливань повідця 2 с і амплітудою коливань – 120-130 мм. При таких кінематичних параметрах шліфувального верстата забезпечується рівномірна по площі підкладки обробка поверхні.

Шліфувальник необхідно періодично змочувати суспензією і візуально контролювати процес шліфування оглядом поверхні підкладок, а в подальшому час обробки може визначатися за допомогою реле часу. Процес грубого шліфування вважається завершеним, коли на поверхні підкладок не буде видимих подряпин і всі підкладки будуть рівномірно зішліфовані. Підкладки на планшайбі ретельно промивають водою й оглядають. Після грубого шліфування мікропорошком М28 виконують шліфування мікропорошком зернистістю М10. Процес шліфування вважається завершеним, коли поверхні підкладок стануть рівномірно матовими. Шороховатість поверхні після шліфування відповідає 8-9 класу чистоти і при необхідності може контролюватися профілографом – профілометром (наприклад, моделей 201 чи 252).

Після шліфування планшайбу з підкладками ретельно знежирюють ізопропиловим спиртом і промивають дистильованою водою, протирають батистовою тканиною і дають висохнути при температурі навколишнього середовища.

Полірування підкладок. На полірувальник-шайбу зі скла діаметром 150-180 мм і товщиною 20-25 мм зі скла, що має затискне кільце, натягають в один шар бавовняну бязь. Бязь не повинна морщитись, мати складок і інших дефектів.

Встановлюють полірувальник на шпиндель верстата і наносять на нього рівномірно алмазну пасту типу АСМ 1/0-В-М. Зверху полірувальника встановлюють планшайбу з підкладками і потім на планшайбу встановлюють повідець верстата (зусилля притиску – 50-60 Н). Обробляють на верстаті зі швидкістю шпинделя 50-60 об/хв, періодом коливання повідця 2 с і амплітудою коливань – 120-130 мм.

На полірувальник необхідно періодично наносити алмазну пасту і візуально контролювати якість полірування. Для цього знімають планшайбу і протирають підкладки в центрі й одну з крайніх марлевими тампонами, змоченими в бензині Б-70 і потім тампонами, змоченими в етиловому спирті. На завершальній стадії полірування зменшують тиск на пластини. Процес полірування вважається

завершеним, коли чистота обробки поверхні підкладок досягає 13-14 класу.

Після завершення полірування планшайбу нагрівають до температури плавлення наклеєчного воску і потім пінцетом знімають підкладки.

Роблять попереднє очищення підкладок промиванням бензином і протиранням батистовими тампонами, змоченими етиловим спиртом.

Якість обробки поверхні оцінюють за допомогою мікроскопа, наприклад типу МБС-9, а також за коефіцієнтом загасання акустичної хвилі в діапазоні частот 5-15 МГц [6]. Контроль площинності обробленої поверхні здійснюють за відомою методикою інтерферометрії за допомогою вимірювального скла по кільцях Ньютона, або іншим способом.

На рис. показана фотографія поверхні п'єзокерамічної підкладки, обробленої за описаною технологією.

Описана технологія апробована при виготовленні дослідних зразків фільтрів на ПАХ з



Рисунок. Фотографія поверхні п'єзокерамічної підкладки (збільшення в 50 разів).

п'єзокерамічним звукопроводом і введена до складу технологічної документації, зокрема на фільтр для тракту ПЧ-ЧМ УКХ. Це дозволяє зробити висновок про придатність розробленої технології механічної обробки п'єзокераміки для пристроїв на ПАХ, що у свою чергу розширює застосування цього перспективного класу функціональних матеріалів в акустoeлектроніці.

Лепіх Я.І. – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач науково-дослідною лабораторією.

- [1] Я.И. Лепих, В.К. Лопушенко, Ю.Е. Николаенко, Н.Г. Черняк. Особенности разработки датчиков давления на ПАВ для АЭС // *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. Вып. 1, сс. 58-62 (2002).
- [2] Я.И. Лепих. Опыт применения пьезокерамики в устройствах на ПАВ и технические требования к ней // *В кн.: Керамика в народном хозяйстве. Тезисы докладов научно-технической конференции*. г. Суздаль, М., 63 с. (1993).

- [3] А.Г. Добровольский, П.И. Кошеленко. *Абразивная износостойкость материалов*. Спр. пособие, Техника, К. (1989).
- [4] Я.І. Лепіх. Особливості проектування вузькосмугових фільтрів на ПАХ з п'єзокерамічним звукопроводом // *Радіоелектроніка та інформатика*, (1), сс. 10-11 (1999).
- [5] Ya.I. Lepikh. High-temperature ferroelectric ceramic sensor with increased sensitivity and dynamic response // *Thermoelectricity*, (4), pp. 26-30 (1999).
- [6] Я.И. Лепих. Исследование зависимости вносимых потерь в устройствах на ПАВ от частоты // *Техника средств связи*. Сер. ОТ, Вып. 1. сс. 78-83 (1990).

Ya.I. Lepikh

Processing of a Piezoceramic Sound-Conductor Surface of Elements on Surface Acoustic Waves

*Odesa I.I. Mechnikov National University,
2, Dvoryanska Str., Odesa, 65026, Ukraine, tel. (+38) 0482 - 23-34-61
fax (+38) 0482 - 23-34-61 E-mail: ndl_lepikh@mail.ru*

The technological process of mechanical treatment of polycrystalline sound-conducting working surface of devices on surface acoustic waves made of various kind piezoceramic of zirconat-plumbum titanate system has been described.

Data of technological operations modes and methods of a sound-conducting surface treating quality evaluation are cited.